

**Gas concentration measuring device**

Patent Number: ☐ US2002189942  
Publication date: 2002-12-19  
Inventor(s): HADA SATOSHI (JP); KUROKAWA EIICHI (JP); NIWA MITSUNOBU (JP)  
Applicant(s):  
Requested Patent: ☐ JP2002372514  
Application Number: US20020171588 20020617  
Priority Number(s): JP20010181874 20010615  
IPC Classification: G01N27/26  
EC Classification: G01N27/419  
Equivalents: ☐ DE10226667

**Abstract**

A gas concentration-measuring device, which includes a gas concentration sensor, can measure the element resistance without affecting the gas concentration measurement. The sensing cells have a structure comprising a solid electrolyte element and electrodes so provided as to face each other with the solid electrolyte element between, and are kept active by heating the sensing cells in response to an element impedance of the solid electrolyte element. The sensing cells typically include a pump cell, a sensor cell and a monitor cell. A heater is imbedded in any solid electrolyte element. A sensor cell voltage is applied to the sensor cell while detecting a current that runs through the sensor cell. The concentration of the specific gas component in the subject gas is found from the detected current. In the element impedance measurement, the electronic circuit portion instantaneously changes a voltage applied to a cell used for element impedance measurement while detecting the element impedance from variations in voltage and current. In response to the element impedance, electric energy is applied to the heater so as to keep the cells active

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-372514

(P2002-372514A)

(43) 公開日 平成14年12月26日 (2002. 12. 26)

(51) IntCl<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-71-ト (参考)

G 0 1 N 27/416

G 0 1 N 27/02

Z 2 G 0 6 0

27/02

27/46

3 3 1

27/27

3 2 5 N

27/41

A

3 2 5 H

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-181874(P2001-181874)

(22) 出願日 平成13年6月15日 (2001. 6. 15)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 丹羽 三信

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 黒川 英一

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宜 (外1名)

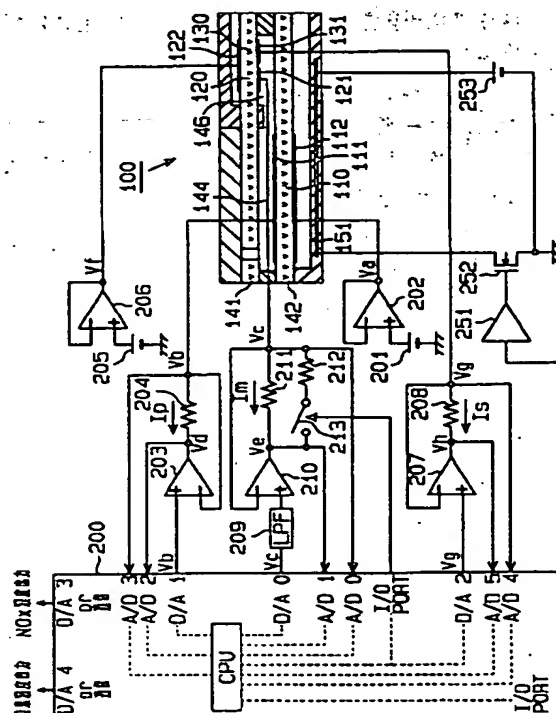
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス濃度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 ガス濃度検出に影響を及ぼすことなく素子抵抗を好適に検出すること。

【解決手段】 ガス濃度センサ100は、チャンバーに導入した被検出ガス中の酸素を排出又は汲み込むポンプセル110と、ポンプセル110を通過した後のガスから特定ガス成分の濃度を検出するためのセンサセル130と、チャンバー内の残留酸素濃度を検出するためのモニタセル120とを備える。制御回路200は、センサセル130に流れた電流を検出し、その検出値から特定ガス成分の濃度を逐次検出する。また、制御回路200は、センサセル130以外のセル、例えばモニタセル120に対して印加する電圧又は電流を所定周期で一時的に切り換え、その時の電圧変化及び電流変化から素子インピーダンス(素子抵抗)を検出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】チャンバーに導入した被検出ガス中の酸素を排出又は汲み込むポンプセルと、ポンプセルを通過した後のガスから特定ガス成分の濃度を検出するためのセンサセルと、チャンバー内の残留酸素濃度を検出するためのモニタセルとを少なくとも備えるガス濃度センサを用い、各セルが設けられる固体電解質素子の抵抗値に基づき各セルを活性状態に保持するガス濃度検出装置において、

センサセルに流れた電流を検出し、その検出値から特定ガス成分の濃度を逐次検出するガス濃度検出手段と、センサセル以外のセルに対して印加する電圧又は電流を所定周期で一時的に切り換え、その時の電圧変化及び電流変化から素子抵抗を検出する素子抵抗検出手段と、を備えたことを特徴とするガス濃度検出装置。

【請求項2】前記素子抵抗検出手段は、モニタセルを対象に素子抵抗を検出する請求項1に記載のガス濃度検出装置。

【請求項3】前記素子抵抗検出手段は、ポンプセルを対象に素子抵抗を検出する請求項1に記載のガス濃度検出装置。

【請求項4】前記ガス濃度センサは、センサセルとそれ以外の少なくとも一つのセルが近接した状態で配置されており、前記素子抵抗検出手段は、センサセルに近接するセルを対象に素子抵抗を検出する請求項1に記載のガス濃度検出装置。

【請求項5】前記ガス濃度センサには、ポンプセル又はモニタセルの少なくとも何れかが複数設けられており、前記素子抵抗検出手段は、複数設けられるポンプセル又はモニタセルのうち、センサセルに最も近接するセルを対象に素子抵抗を検出する請求項1に記載のガス濃度検出装置。

【請求項6】前記ガス濃度センサには各セルを加熱するためのヒータが設けられており、前記素子抵抗検出手段により検出した素子抵抗を用い、その素子抵抗の検出値が所望の目標値に一致するようヒータの通電を制御するヒータ制御手段を更に備える請求項1～5の何れかに記載のガス濃度検出装置。

【請求項7】モニタセルとセンサセルとを同一の固体電解質素子に設けると共に、固体電解質素子を挟んで対向するモニタセル及びセンサセルの各々対の電極のうち、一方を共通電極としたガス濃度センサであって、前記素子抵抗検出手段は、前記共通電極とは異なる方のモニタセル電極に対し、印加する電圧又は電流を一時的に切り換え、その時の電圧変化及び電流変化から素子抵抗を検出する請求項2に記載のガス濃度検出装置。

【請求項8】モニタセルには電流検出のための電流検出抵抗が接続されており、残留酸素濃度検出時と素子抵抗検出時とで、前記電流検出抵抗の抵抗値を切り換える請求項2又は7に記載のガス濃度検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくともポンプセル、センサセル及びモニタセルを有するガス濃度センサを用い、当該ガス濃度センサの検出結果から特定ガス成分の濃度を検出するガス濃度検出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種のガス濃度検出装置として、限界電流式のガス濃度センサを用い、例えば自動車の排ガス中の $\text{NO}_x$ を検出するものがある。ガス濃度センサは、例えばポンプセル、センサセル及びモニタセルからなる3セル構造を有し、ポンプセルでは、チャンバーに導入した排ガス中の酸素の排出又は汲み込みが行われ、センサセルでは、ポンプセルを通過した後のガスから $\text{NO}_x$ 濃度（特定ガス成分の濃度）が検出される。また、モニタセルでは、チャンバー内の余剰酸素量が検出される。

【0003】更に、ガス濃度センサにおいては、上記の各セルを所定の活性温度に保持するためのヒータが設けられている。この場合、各セルが設けられる固体電解質素子の抵抗値（素子抵抗）を検出し、その素子抵抗が活性温度相当の値になるよう、ヒータの通電を制御している。より具体的には、素子抵抗の検出値と目標値との偏差に応じてヒータの通電をフィードバック制御している。

【0004】また、素子抵抗の検出方法として、掃引法による交流インピーダンスを検出する手法が従来より提案されており、上記ガス濃度センサでは、掃引法を用い、センサセルを対象に素子抵抗が検出される（例えば、特開2000-171439号公報）。すなわち、素子抵抗の検出時には、センサセルの印加電圧が正側又は負側の少なくとも何れかに一時的に切り換えられ、その時の電圧変化量と電流変化量とから素子抵抗が検出される。この場合、センサセルを対象に素子抵抗が検出されることにより、センサセルの温度変動が抑制され、ひいては $\text{NO}_x$ 濃度の検出精度が向上できるようになっていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の通り掃引法を用いてセンサセルの素子抵抗を検出する場合、その素子抵抗の検出期間では、センサセル印加電圧が一時的に切り換えられるため $\text{NO}_x$ 濃度の検出はできない。すなわち、素子抵抗の検出期間は、 $\text{NO}_x$ 濃度の不検出期間となる。特に、素子抵抗の検出後には、センサセル印加電圧が元の電圧値に完全に収束するまで $\text{NO}_x$ 濃度検出を待つ必要がある。以上のことから、 $\text{NO}_x$ 濃度の不検出期間に対する対策が望まれている。

【0006】本発明は、上記問題に着目してなされたものであって、その目的とするところは、ガス濃度検出に影響を及ぼすことなく素子抵抗を好適に検出することが

できるガス濃度検出装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明では、ガス濃度検出手段により、センサセルに流れた電流が検出され、その検出値から特定ガス成分の濃度が逐次検出される。また、素子抵抗検出手段により、センサセル以外のセルに対して印加する電圧又は電流が所定周期で一時的に切り換えられ、その時の電圧変化及び電流変化から素子抵抗（素子インピーダンス）が検出される。上記構成では、素子抵抗の検出がセンサセル以外のセルを対象に実施されるため、素子抵抗の検出に際し、センサセルでのガス濃度検出が中断されることはない。すなわち、NO<sub>x</sub>濃度等のガス濃度の不検出期間ができることはない。従って、ガス濃度検出に影響を及ぼすことなく素子抵抗を好適に検出することができる。

【0008】上記発明では、請求項2に記載したように、モニタセルを対象に素子抵抗を検出したり、請求項3に記載したように、ポンプセルを対象に素子抵抗を検出したりすると良い。すなわち、請求項2の発明では、モニタセルに対して印加する電圧又は電流が一時的に切り換えられて素子抵抗が検出される。また、請求項3の発明では、ポンプセルに対して印加する電圧又は電流が一時的に切り換えられて素子抵抗が検出される。

【0009】また、請求項4に記載したように、センサセルに近接するセルを対象に素子抵抗を検出すると良い。この場合、センサセルとそれに近接するセルとは、素子抵抗が概ね一致する。それ故に、一方のセルを活性状態に保持することで、他方のセル（センサセル）も同様に活性状態に保持できるようになる。なおこの場合、センサセルに近接するセルとは、センサセルと同一チャンバーに配置されるセル、或いはセンサセルと同一固体電解質素子に配置されるセル等を指す。

【0010】更に、3セル構造のガス濃度センサ以外に、ポンプセル又はモニタセルの少なくとも何れかが複数設けられた4セル構造、5セル構造等のガス濃度センサも存在する。この場合、請求項5に記載したように、複数設けられるポンプセル又はモニタセルのうち、センサセルに最も近接するセルを対象に素子抵抗を検出すると良い。

【0011】請求項6に記載の発明では、前記ガス濃度センサには各セルを加熱するためのヒータが設けられている。そして、ヒータ制御手段によれば、前記素子抵抗検出手段により検出した素子抵抗を用い、その素子抵抗の検出値が所望の目標値に一致するようヒータの通電が制御される。この場合、ヒータの通電により、各セルが所望の活性状態で保持されるようになる。

【0012】また、請求項7に記載の発明では、ガス濃度センサにおいて、モニタセルとセンサセルとが同一の固体電解質素子に設けられ、固体電解質素子を挟んで対向するモニタセル及びセンサセルの各々対の電極のう

ち、一方が共通電極とされている。そして、前記共通電極とは異なる方のモニタセル電極に対し、印加する電圧又は電流が一時的に切り換えられ、その時の電圧変化及び電流変化から素子抵抗が検出される。この場合、モニタセルとセンサセルとで電極が共通化されるため、構成の簡素化が実現できる。また、素子抵抗検出のために電圧又は電流が一時的に操作される電極は、共通電極ではない方のモニタセル電極であるため、センサセルで逐次実施されるガス濃度検出が中断されることはない。それ故やはり、ガス濃度検出に影響を及ぼすことなく素子抵抗を好適に検出することができる。

【0013】ところで、モニタセルでは残留酸素を検出する際に数 $\mu$ A（マイクロアンペア）程度の電流しか流れないのに対し、素子抵抗検出のための掃引時には数mA（ミリアンペア）程度の電流が流れる。このオーダーの異なる電流を同じ検出抵抗で検出すると、オーバーレンジしたり、検出精度が悪くなったりする等の不都合が生じる。そこで、請求項8に記載の発明では、残留酸素濃度検出時と素子抵抗検出時とで、電流検出抵抗の抵抗値を切り換える。これにより、上記不都合が解消される。

【0014】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）以下、この発明を具体化した第1の実施の形態を図面に従って説明する。本実施の形態におけるガス濃度検出装置は、例えば自動車用ガソリンエンジンに適用されるものであって、限界電流式のガス濃度センサを用い、被検出ガスである排ガスから酸素濃度を検出すると共に、特定ガス成分の濃度としてのNO<sub>x</sub>濃度を検出する。

【0015】先ずはじめに、ガス濃度センサの構成を図2を用いて説明する。図2のガス濃度センサは、ポンプセル、センサセル及びモニタセルからなる3セル構造を有し、排ガス中の酸素濃度とNO<sub>x</sub>濃度とを同時に検出可能な、いわゆる複合型ガスセンサとして具体化されている。なお、図2(a)は、センサ素子の先端部構造を示す断面図であり、図2(b)は、図2(a)のA-A線断面図である。

【0016】ガス濃度センサ100において、酸素イオン伝導性材料からなる固体電解質（固体電解質素子）141、142は板状をなし、アルミナ等の絶縁材料からなるスペーサ143を介して図の上下に所定間隔を隔てて積層されている。このうち、図の上側の固体電解質141にはピンホール141aが形成されており、このピンホール141aを介して当該センサ周囲の排ガスが第1チャンバー144内に導入される。第1チャンバー144は、絞り部145を介して第2チャンバー146に連通している。符号147は多孔質拡散層である。

【0017】図の下側の固体電解質142には、第1チャンバー144に面するようにしてポンプセル110が設けられており、ポンプセル110は、第1チャンバー

144内に導入した排ガス中の酸素を排出又は汲み込む働きをすると共に、その際に排ガス中の酸素濃度を検出する。ここで、ポンプセル110は、固体電解質142を挟んで上下一対の電極111、112を有し、そのうち特に第1チャンバー144側の電極111はNO<sub>x</sub>不活性電極（NO<sub>x</sub>ガスを分解し難い電極）である。ポンプセル110は、第1チャンバー144内に存在する酸素を分解して電極112より大気通路150側に排出する。

【0018】また、図の上側の固体電解質141には、第2チャンバー146に面するようにしてモニタセル120及びセンサセル130が設けられている。モニタセル120は、第2チャンバー146内の余剰酸素濃度に応じて起電力、又は電圧印加に伴い電流出力を発生する。また、センサセル130は、ポンプセル110を通過した後のガスからNO<sub>x</sub>濃度を検出する。

【0019】特に本実施の形態では、図2(b)に示すように、排ガスの流れ方向に対して同等位置になるよう、モニタセル120及びセンサセル130が並列に配置されると共に、これら各セル120、130の大気通路148側の電極が共通電極122となっている。すなわち、モニタセル120は、固体電解質141とそれを挟んで対向配置された電極121及び共通電極122とからなり、センサセル130は、同じく固体電解質141とそれを挟んで対向配置された電極131及び共通電極122とからなる。なお、モニタセル120の電極121（第2チャンバー146側の電極）はNO<sub>x</sub>ガスに不活性なAu-Pt等の貴金属からなるのに対し、センサセル130の電極131（第2チャンバー146側の電極）はNO<sub>x</sub>ガスに活性なPt等の貴金属からなる。

【0020】図みに、図3(a)は、モニタセル120及びセンサセル130の電極を第2チャンバー146側から見た平面断面図であり、図3(b)は、これら各セルの電極を大気通路148側から見た平面断面図である。但し、モニタセル120及びセンサセル130の電極は、図3(a)のように、排ガスの流れ方向に沿って並列に配置すること以外に、排ガスの流れ方向に前後（すなわち、図の左右）に配置しても良い。例えば、モニタセル120を上流側（図の左側）に、センサセル130を下流側（図の右側）に配置する。

【0021】固体電解質142の図の下面には絶縁層149が設けられ、この絶縁層149により大気通路150が形成されている。また、絶縁層149には、センサ全体を加熱するためのヒータ151が埋設されている。ヒータ151はポンプセル110、モニタセル120及びセンサセル130を含めたセンサ全体を活性状態にすべく、外部からの給電により熱エネルギーを発生させる。

【0022】上記構成のガス濃度センサ100において、排ガスは多孔質拡散層147及びピンホール141

aを通過して第1チャンバー144に導入される。そして、この排ガスがポンプセル110近傍を通過する際、ポンプセル110の電極111、112間に電圧を印加することで分解反応が起こり、第1チャンバー144内の酸素濃度に応じてポンプセル110を介して酸素が出入れされる。なおこのとき、第1チャンバー144側の電極111がNO<sub>x</sub>不活性電極であるので、ポンプセル110では排ガス中のNO<sub>x</sub>は分解されず、酸素のみが分解されて大気通路150に排出される。そして、ポンプセル110に流れた電流により、排ガス中に含まれる酸素濃度が検出される。

【0023】その後、ポンプセル110近傍を通過した排ガスは第2チャンバー146に流れ込み、モニタセル120では、ガス中の余剰酸素濃度に応じた出力が発生する。モニタセル120の出力は、該モニタセル120の電極121、122間に所定の電圧を印加することで、モニタセル電流として検出される。また、センサセル130の電極131、122間に所定の電圧を印加することでガス中のNO<sub>x</sub>が還元分解され、その際発生する酸素が大気通路148に排出される。その際、センサセル130に流れた電流により、排ガス中に含まれるNO<sub>x</sub>濃度が検出される。

【0024】次に、ガス濃度検出装置の電気的な構成を図1を用いて説明する。なお図1は、前述のガス濃度センサ100を用いたガス濃度検出装置であるが、モニタセル120及びセンサセル130の電極配置については、便宜上、横並びの状態を示す。

【0025】図1において、制御回路200は、CPU、A/Dコンバータ、D/Aコンバータ、I/Oポート等を備える周知のマイクロコンピュータで構成されており、各セル110～130の印加電圧をD/Aコンバータ（D/A0～D/A2）より適宜出力する。また、制御回路200は、各セル110～130に流れる電流を測定すべく、各端子V<sub>c</sub>、V<sub>e</sub>、V<sub>d</sub>、V<sub>b</sub>、V<sub>g</sub>、V<sub>h</sub>の電圧をA/Dコンバータ（A/D0～A/D5）より各々入力する。制御回路200は、ポンプセル110やセンサセル130での測定電流に基づいて排ガス中の酸素濃度やNO<sub>x</sub>濃度を検出し、その検出値をD/Aコンバータ（D/A4、D/A3）より外部に出力する。

【0026】回路構成について詳しくは、ポンプセル110において一方の電極112には、基準電源201及びオペアンプ202により基準電圧V<sub>a</sub>が印加され、他方の電極111には、オペアンプ203及び電流検出抵抗204を介して制御回路200の指令電圧V<sub>b</sub>が印加される。指令電圧V<sub>b</sub>の印加に際し、排ガス中の酸素濃度に応じてポンプセル110に電流が流れると、その電流が電流検出抵抗204により検出される。つまり、電流検出抵抗204の両端子電圧V<sub>b</sub>、V<sub>d</sub>が制御回路200に取り込まれ、その電圧V<sub>b</sub>、V<sub>d</sub>によりポンプセ

ル電流  $I_p$  が算出される。

【0027】また、モニタセル120及びセンサセル130の共通電極122には、基準電源205及びオペアンプ206により基準電圧  $V_f$  が印加され、共通電極122とは異なる方のセンサセル電極131には、オペアンプ207及び電流検出抵抗208を介して制御回路200の指令電圧  $V_g$  が印加される。指令電圧  $V_g$  の印加に際し、排ガス中の  $\text{NO}_x$  濃度に応じてセンサセル130に電流が流れると、その電流が電流検出抵抗208により検出される。つまり、電流検出抵抗208の両端子電圧  $V_g$ ,  $V_h$  が制御回路200に取り込まれ、その電圧  $V_g$ ,  $V_h$  によりセンサセル電流  $I_s$  が算出される。

【0028】また、共通電極122とは異なる方のモニタセル電極121には、LPF (ローパスフィルタ) 209、オペアンプ210及び電流検出抵抗211を介して制御回路200の指令電圧  $V_c$  が印加される。指令電圧  $V_c$  の印加に際し、排ガス中の  $\text{NO}_x$  濃度に応じてモニタセル120に電流が流れると、その電流が電流検出抵抗211により検出される。つまり、電流検出抵抗211の両端子電圧  $V_c$ ,  $V_e$  が制御回路200に取り込まれ、その電圧  $V_c$ ,  $V_e$  によりモニタセル電流  $I_m$  が算出される。なお、LPF 209は、例えば抵抗及びコンデンサからなる一次フィルタにて実現される。

【0029】また本実施の形態では、モニタセル120を対象に、掃引法を用いて素子インピーダンスが検出されるようになっている。つまり、モニタセル120のインピーダンス検出時において、制御回路200により、モニタセル印加電圧 (指令電圧  $V_c$ ) が正側又は負側の少なくとも何れかに瞬間的に切り換えられる。この印加電圧は、LPF 209により正弦波的になまされつつモニタセル120に印加される。交流電圧の周波数は10 kHz以上が望ましく、LPF 209の時定数は5  $\mu\text{s}$  程度で設定される。そして、その時の電圧変化量と電流変化量とからモニタセル120の素子インピーダンスが算出される。

【0030】因みに、モニタセル120及びセンサセル130では、一方の電極を共通電極122としたため、基準電圧側のドライブ回路が削減できるというメリットや、ガス濃度センサ100からのリード線の取り出し本数が削減できるというメリットが得られる。また、モニタセル120とセンサセル130とは同じ固体電解質141で隣り合って形成されるため、掃引時には隣の電極に電流が流れ、インピーダンスの検出精度が悪化することが懸念されるが、共通電極122を設けることで一方の電極が同じ電位となり、この影響が低減できる。

【0031】ところで、モニタセル120では残留酸素を検出する際に数  $\mu\text{A}$  程度の電流しか流れないのに対し、インピーダンス検出のための掃引時には数  $\text{mA}$  程度の電流が流れる。このオーダーの異なる電流を同じ検出抵抗で検出すると、オーバーレンジしたり、検出精度が

悪くなったりする。そこで本実施の形態では、モニタセル120による残留酸素検出時とインピーダンス検出時とで電流検出抵抗を切り換えることとする。

【0032】具体的には、電流検出抵抗211に並列に、別の電流検出抵抗212とスイッチ回路213 (例えば、半導体スイッチ) とを設ける。そして、制御回路200のI/Oポートからの出力により、スイッチ回路213をオン/オフさせるよう構成する。この場合、通常のガス濃度検出時には、スイッチ回路213をオフ (開放) し、電流検出抵抗211による数100 k $\Omega$  程度の抵抗でモニタセル電流  $I_m$  を検出する。これに対し、インピーダンス検出時には、スイッチ回路213をオン (閉鎖) し、電流検出抵抗211及び212による数100  $\Omega$  程度の抵抗でモニタセル電流  $I_m$  を検出する。

【0033】また、制御回路200内のCPUは、制御指令値  $Duty$  をI/Oポートから出力してMOSFETドライバ251を駆動する。このとき、MOSFET 252により電源253 (例えばバッテリー電源) からヒータ151へ供給される電力がPWM制御される。

【0034】次に、上記の如く構成されガス濃度検出装置の作用を説明する。図4は、制御回路200により実施されるメインルーチンの概要を示すフローチャートであり、同ルーチンは制御回路200への電源投入に伴い起動される。

【0035】図4において、先ずステップ100では、前回のA/F (酸素濃度) 及び  $\text{NO}_x$  濃度の検出時から所定時間  $T_a$  が経過したか否かを判別する。所定時間  $T_a$  は、A/F 及び  $\text{NO}_x$  濃度の検出周期に相当する時間であって、例えば  $T_a = 4 \text{ msec}$  程度に設定される。そして、ステップ100がYESであることを条件にステップ110に進み、A/F 及び  $\text{NO}_x$  濃度の検出処理を実施する。

【0036】この場合、A/F (酸素濃度) の検出処理では、その時々々のポンプセル電流  $I_p$  に応じたポンプセル電流  $I_p$  を検出する。そして、該検出したポンプセル電流  $I_p$  をA/F値に変換する。また、 $\text{NO}_x$  濃度の検出処理では、所定のセンサセル印加電圧を設定すると共に、その電圧印加時のセンサセル電流  $I_s$  を検出する。そして、該検出したセンサセル電流  $I_s$  を  $\text{NO}_x$  濃度値に変換する。

【0037】A/F 及び  $\text{NO}_x$  濃度の検出後、ステップ120では、前回の素子インピーダンス検出時から所定時間  $T_b$  が経過したか否かを判別する。所定時間  $T_b$  は、素子インピーダンスZACの検出周期に相当する時間であって、例えばエンジン運転状態に応じて128 msec、2 sec等の時間が選択的に設定される。そして、ステップ120がYESであることを条件に、ステップ130で素子インピーダンスZACを検出すると共



に、続くステップ140でヒータ通電制御を実施する。素子インピーダンスZACの検出処理については後で詳しく説明する。

【0038】ヒータ通電制御に関しては本発明の要旨ではなく、素子インピーダンスZACが所望の目標値に一致するようヒータ通電が制御されるものであれば、任意の制御手法が適用できる。その一例としては、ガス濃度センサ100の素子温が低く、素子インピーダンスZACが比較的大きい場合には、例えばデューティ比100%の全通電制御によりヒータ151が通電される。また、素子温が上昇すると、周知のPID制御手法等を用いて制御デューティ比が算出され、そのデューティ比によりヒータ151が通電される。

【0039】次に、前記図4のステップ130における素子インピーダンスZACの検出手順を図5を用いて説明する。図5において、先ずステップ131では、スイッチ回路213をオフからオンに切り換える。これにより、それまで数100kΩ程度であった検出抵抗が数100Ω程度に切り換えられる。また、ステップ132では、モニタセル120の印加電圧（指令電圧Vc）を操作し、それまでの残留酸素濃度検出用の印加電圧に対して電圧を正側に数10～100μsec程度の時間で単発的に変化させる。

【0040】その後、ステップ133では、その時のモニタセル印加電圧の変化量とモニタセル電流Imの変化量とを読み取り、続くステップ134では、電圧変化量と電流変化量とから素子インピーダンスZACを算出する（ $ZAC = \text{電圧変化量} / \text{電流変化量}$ ）。更に、ステップ135では、スイッチ回路213をオンからオフに戻し、その後元の図4のルーチンに戻る。

【0041】なお本実施の形態では、図4のステップ110が特許請求の範囲に記載した「ガス濃度検出手段」に、図4のステップ130が同「素子抵抗検出手段」に、図4のステップ140が同「ヒータ制御手段」に、それぞれ相当する。

【0042】以上詳述した本実施の形態によれば、以下に示す効果が得られる。ガス濃度センサ100のモニタセル120を対象に素子インピーダンスZACを検出したので、素子インピーダンスZACの検出に際し、センサセル130でのNOx濃度検出が中断されることはない。すなわち、NOx濃度の不検出期間ができることはない。また同様に、ポンプセル110でのA/F検出（酸素濃度検出）が中断されることはなく、A/Fの不検出期間ができることもない。従って、NOx濃度検出やA/F検出に影響を及ぼすことなく素子インピーダンスZACを好適に検出することができる。

【0043】またこの際、モニタセル120とセンサセル130とは近接した状態で配置されており、モニタセル120での素子インピーダンスZACに基づきヒータ通電が制御されることで、これらモニタセル120とセ

ンサセル130とが共に所望の活性状態で保持されるようになる。つまり、センサセル130での温度変動が抑制され、ひいてはNOx濃度の検出精度が向上する。

【0044】また、ガス濃度センサ100において、モニタセル120とセンサセル130とで一方の電極が共通化されており、共通電極ではない方のモニタセル電極で印加電圧が一時的に切り換えられ、素子インピーダンスZACが検出される。そのため、構成の簡素化を図りつつ、適正なるインピーダンス検出を実施することができる。但し、モニタセル120及びセンサセル130で共通電極を設けず、各セルで別個に電極を設けても良い。この場合、モニタセル印加電圧を一時的に変化させる電極は、モニタセル120の何れの電極であっても良い。

【0045】モニタセル120による残留酸素濃度検出時とインピーダンス検出時とで、電流検出抵抗の抵抗値を切り換えたので、モニタセル120での電流検出に際し、オーバーレンジしたり、検出精度が悪くなったりする等の不都合が解消される。

【0046】（第2の実施の形態）次に、本発明における第2の実施の形態について、上述した第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。上記実施の形態では、モニタセル120を対象に素子インピーダンスを検出したのに対し、本実施の形態では、ポンプセル110を対象に素子インピーダンスを検出する。

【0047】ガス濃度検出装置の構成上の違いとしては、ポンプセル110でのインピーダンス検出に際して、制御回路200から出力されるポンプセル印加電圧（指令電圧Vb）を正弦波的になすことができるよう、制御回路200のD/A1にLPFを接続する。また、前記図5に代えて、図6を用いて素子インピーダンスZACを検出する。

【0048】図6について説明すれば、先ずステップ201では、ポンプセル110の印加電圧（指令電圧Vb）を操作し、それまでのA/F検出用の印加電圧に対して電圧を正側に数10～100μsec程度の時間で単発的に変化させる。その後、ステップ202では、その時のポンプセル印加電圧の変化量とポンプセル電流Ipの変化量とを読み取る。続くステップ203では、電圧変化量と電流変化量とから素子インピーダンスZACを算出する（ $ZAC = \text{電圧変化量} / \text{電流変化量}$ ）。

【0049】因みに、ポンプセル110で素子インピーダンスZACを検出する場合、A/F検出時及びインピーダンス検出時には何れも数mA程度の電流が流れる。そのため、前記図1のようなスイッチ回路213を設けて検出抵抗の切り換えを行う必要はない。

【0050】以上第2の実施の形態では、やはり素子インピーダンスZACの検出に際し、センサセル130でのNOx濃度検出が中断されることはない。すなわち、NOx濃度の不検出期間ができることはない。従って、



NO<sub>x</sub>濃度検出に影響を及ぼすことなく、素子インピーダンスZACを好適に検出することができる。

【0051】またこの場合、ポンプセル110が所望の活性状態に保持できるため、ポンプセル110での酸素排出機能が適正に作用し、チャンバー内の余剰酸素濃度を一定に保つことができる。それ故に、NO<sub>x</sub>濃度の検出精度を確保することができる。

【0052】なお本発明は、上記以外に次の形態にて具体化できる。上記各実施の形態では、図2の構造のガス濃度センサ100について適用例を説明したが、勿論他のガス濃度センサについて適用しても良く、適用可能なガス濃度センサの具体例を以下に説明する。なお以下の説明のガス濃度センサにおいて、既述のガス濃度センサ100と同等の部材については同一の符号を付し、その説明を省略する。何れのガス濃度センサにおいても、前記図5のインピーダンス検出ルーチンを用い、モニタセル120を対象に素子インピーダンスを検出すれば良い。或いは、前記図6のインピーダンス検出ルーチンを用い、ポンプセル110を対象に素子インピーダンスを検出すれば良い。

【0053】(1) 図7に示すガス濃度センサ300では、ポンプセル110が図の上側の固体電解質141に、モニタセル120及びセンサセル130が図の下側の固体電解質142にそれぞれ設けられている。すなわち、前記図2のガス濃度センサ100に対して、ポンプセル110の位置と、モニタセル120及びセンサセル130の位置とが上下逆になっている。なお、モニタセル120及びセンサセル130は、既述の通り排ガスの流れ方向に対して同等位置になるよう配置されていれば良く、例えば排ガスの流れ方向に対して左右に又は前後に配置されれば良い。

【0054】(2) 図8に示すガス濃度センサ400では、モニタセル120が第1チャンバー144に、センサセル130が第2チャンバー146にそれぞれ設けられている。すなわち、モニタセル120とセンサセル130とが同じ固体電解質で、且つ異なるチャンバーに設けられている。

【0055】(3) 図9に示すガス濃度センサ500では、モニタセル120が図の下側の固体電解質142に、センサセル130が図の上側の固体電解質141にそれぞれ設けられている。すなわち、モニタセル120とセンサセル130とが同じチャンバーで、且つ異なる固体電解質に設けられている。上記(2)、(3)の場合にも、モニタセル120とセンサセル130との位置は比較的近く、モニタセル120でのインピーダンス制御によりセンサセル130も同様に制御される。

【0056】(4) 上記した3セル構造のガス濃度センサ以外に、4つ以上のセルを有するガス濃度センサにも本発明が適用できる。例えば、図10(a)のガス濃度センサ600では、既述のモニタセル120に加え、第

1チャンバー144に第2のモニタセル160が新たに設けられている。また、図10(b)のガス濃度センサ700では、既述のポンプセル110に加え、その下流側の第2チャンバー146に第2のポンプセル170が設けられている。図10(a)、(b)の場合、センサセル130に近い方のセルを対象にインピーダンス検出を実施するのが望ましく、図10(a)では、モニタセル120でインピーダンス検出を実施すると良く、図10(b)では、第2のポンプセル170でインピーダンス検出を実施すると良い。図示は省略するが、5セル構造のガス濃度センサに適用できることは言うまでもない。

【0057】(5) ポンプセル、モニタセル及びセンサセル以外に、インピーダンス検出専用のセルを設け、そのセルでインピーダンス検出を実施しても良い。例えば、センサセルと同じ固体電解質に、或いは同じチャンバーにインピーダンス検出用セルを設け、そのセルの印加電圧を一時的に切り換えて素子インピーダンスを検出する。

【0058】(6) ガス濃度センサでは、ポンプセル付近においてチャンバー内の酸素濃度に応じた起電力出力を得るための入セルを設けたものがある。勿論、このガス濃度センサにも本発明が適用できる。つまり、図11のガス濃度センサ800において、図の上側の固体電解質141には入セル180が設けられている。そして、電圧計181により入セル180の起電力が計測され、その計測値が制御回路200に取り込まれるようになっている。

【0059】一方で、前記図2のガス濃度センサ100の如く、排ガスの流れ方向に対して同等位置になるようモニタセル120及びセンサセル130を配置する場合、これら各セル120、130のそれぞれの電極形状を変更しても良い。例えば、互いに向き合う波形状、歯状形状にしても良い。また、各電極を非対称形に設けることも可能である。

【0060】上記各実施の形態では、インピーダンス検出に際し、モニタセル120又はポンプセル110の印加電圧を一時的に切り換えたが、これに代えて、モニタセル120又はポンプセル110に流れる電流を一時的に切り換えても良く、何れにしても、その際の電流変化量と電圧変化量とから素子インピーダンスが検出される。

【0061】NO<sub>x</sub>濃度を検出可能なガス濃度センサの他に、特定ガス成分の濃度としてHC濃度やCO濃度を検出可能なガス濃度センサにも適用できる。この場合、ポンプセルにて被検出ガス中の余剰酸素を排出し、センサセルにて余剰酸素排出後のガスからHCやCOを分解してHC濃度やCO濃度を検出する。更に、自動車用以外のガス濃度検出装置に用いること、排ガス以外のガスを被検出ガスとすることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 発明の実施の形態におけるガス濃度検出装置の概要を示す構成図。

【図2】 ガス濃度センサの構成を示す断面図。

【図3】 モニタセル及びセンサセルの電極配置を示す平面断面図。

【図4】 マイコンによるメインルーチンを示すフローチャート。

【図5】 素子インピーダンスの検出手順を示すフローチャート。

【図6】 第2の実施の形態における素子インピーダンスの検出手順を示すフローチャート。

【図7】 別のガス濃度センサを示す断面図。

【図8】 別のガス濃度センサを示す断面図。

【図9】 別のガス濃度センサを示す断面図。

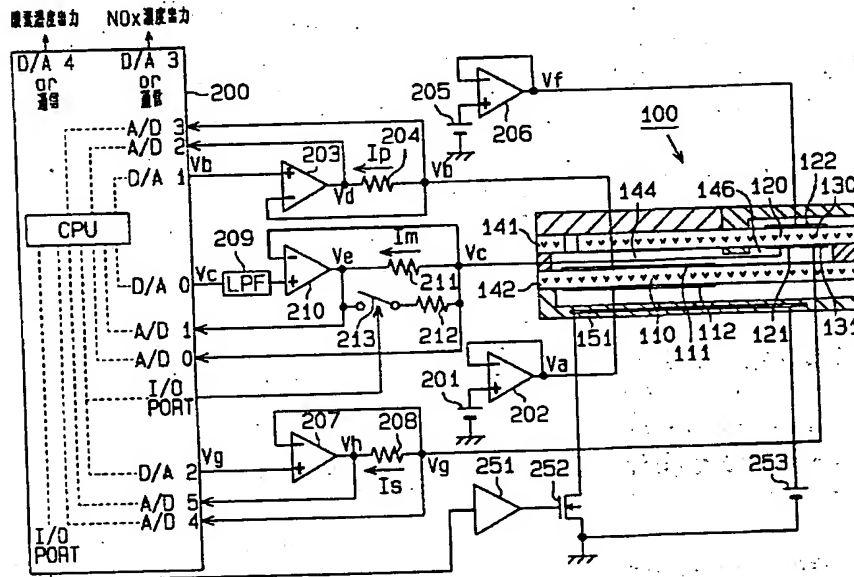
【図10】 別のガス濃度センサを示す断面図。

【図11】 別のガス濃度センサを示す断面図。

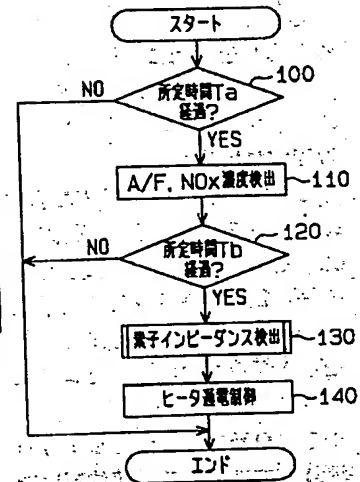
【符号の説明】

100…ガス濃度センサ、110…ポンプセル、120…モニタセル、130…センサセル、141、142…固体電解質、144…第1チャンバー、146…第2チャンバー、151…ヒータ、200…制御回路、211、212…電流検出抵抗。

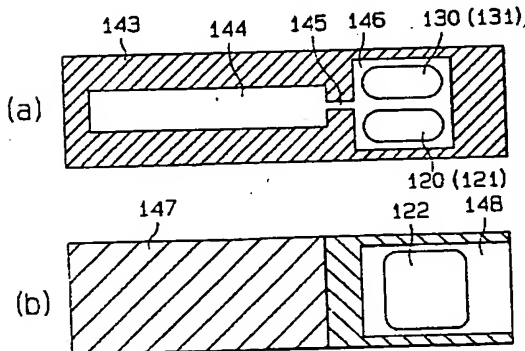
【図1】



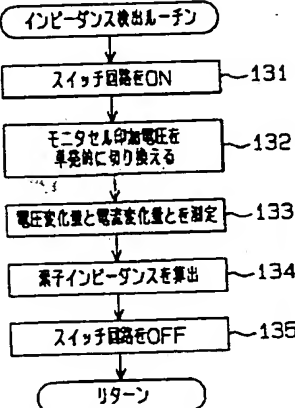
【図4】



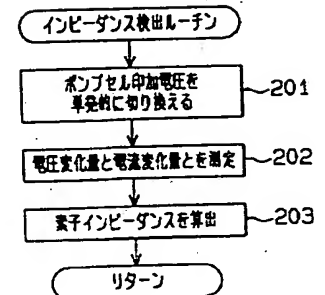
【図3】



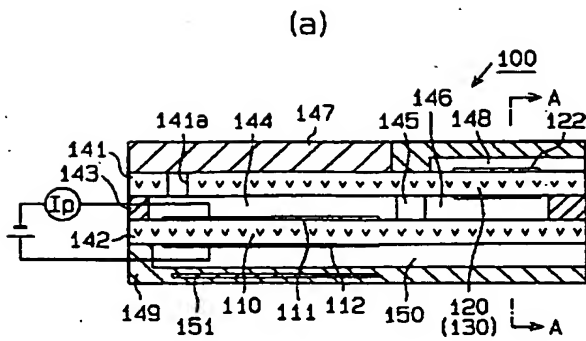
【図5】



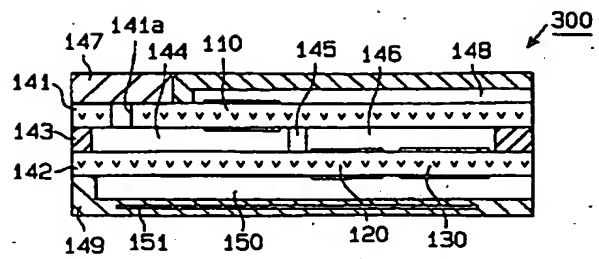
【図6】



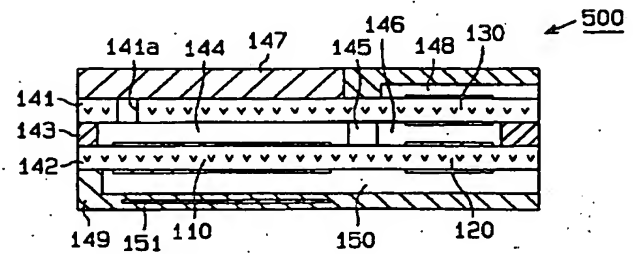
【図2】



【図7】

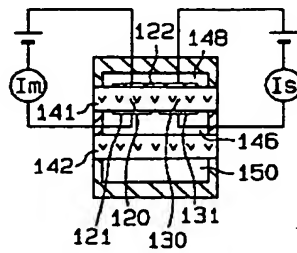


【図9】

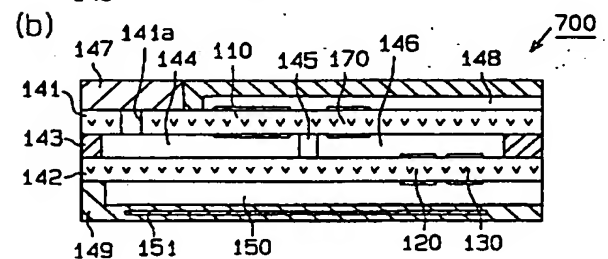
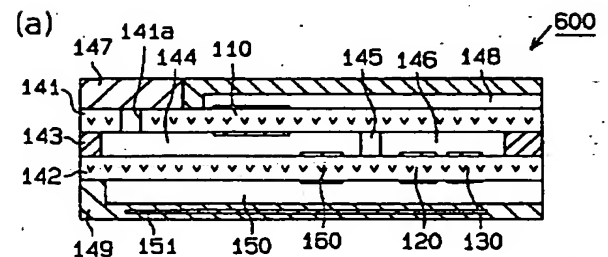
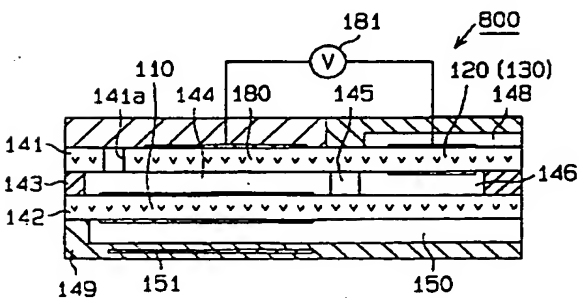


【図10】

【図8】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.7

識別記号

F I

キーワード(参考)

G 0 1 N 27/46

3 2 5 D

3 2 5 Q

3 2 5 P

3 1 1 G

(72)発明者 羽田 聡

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

Fターム(参考) 2G060 AA09 AD01 AD04 AF03 AF06

AG08 AG11 BB09 GA03 HA02

HB06 HC09 HC13 HC19 HC21

HE02 KA01 KA03